

Beiblatt zum Unterrichtsfilm **C 1007**

„Das Starling'sche Herz-Lungen-Präparat“ in der Modifikation von Starling und Vissher

Aufgenommen von der Bundesstaatlichen Hauptstelle
für Lichtbild und Bildungsfilm am Pharmakologischen
Institut der Universität Wien.

Wissenschaftliche Leitung: Professor Dr. F. von Brücke.

Kamera: Walter Stoitzner.

Herstellungsleitung: Dr. Adolf Hübl.

Wenn man die direkte Beeinflussung des Herzens durch bestimmte Wirkstoffe untersuchen will, dann muß eine Versuchsanordnung gewählt werden, die alle indirekten Wirkungsmöglichkeiten — wie z. B. auf dem Umwege über das Zentral-Nervensystem — ausschließt. Zu diesem Zwecke eignet sich besonders das sogenannte „Herz-Lungen-Präparat“. Herz und Lunge eines Tieres — meist nimmt man dazu Hunde — werden zusammenhängend freipräpariert, so daß alle funktionellen Verbindungen mit dem übrigen Organismen unterbrochen sind; Herz und Lunge bleiben auch im weiteren Verlaufe des Versuches allein überlebend.

Damit in einem solchen Präparat die Funktion des Herzens erhalten bleibt, muß das System der Arterien, Kapillaren und Venen des großen Kreislaufes durch einen künstlichen Blutkreis aus Gummischläuchen, Glasröhren und einem Blutbehälter ersetzt werden. Der kleine Kreislauf bleibt intakt, es muß nur die Lunge mit einer eigenen Atempumpe künstlich beatmet werden, damit der Sauerstoffbedarf des Herzens gedeckt ist. Arterieller Widerstand und Venendruck können in dieser Anordnung beliebig verändert werden; durch zusätzliche Vorrichtungen lassen sich während des Versuches Blutdruck, Strömungsgeschwindigkeit des Blutes (Minutenvolumen) und Herzvolumen registrieren. An der Änderung dieser Größen bei gleichbleibenden mechanischen Bedingungen ist nach Injektion der zu untersuchenden Substanz deren Wirkung zu beurteilen.

Der 1. Teil des Filmes zeigt die erforderlichen Apparate und Instrumente, sowie die Entnahme von Reserveblut aus einem Spendertier. Es wird die mit einem Elektromotor betriebene Starling'sche Atempumpe vorgeführt. Diese preßt in jeder Einatmungsphase eine genau einstellbare Luftmenge in die Lunge des Präparates. Durch ein nur in der Ausatmungsphase sich öffnendes Ventil kann diese Luft unter dem Druck der sich infolge ihrer eigenen Elastizität zusammenziehenden Lunge wieder entweichen. Diese Pumpe ersetzt nach Eröffnung des Brustkorbes und nach Unterbrechung der Blutzufuhr zum Gehirn die sistierende natürliche Atmung. Atemvolumen und Atemfrequenz können dem Tier angepaßt werden. Luftzufuhr und -abfuhr gehen über zwei in eine Y-för-

mige Glaskanüle mündende Schläuche; der dritte Rohrstutzen der Glaskanüle wird in die Luftröhre des Tieres eingebunden.

Der arterielle, also vom Herzen abführende Teil des künstlichen äußeren Blutkreislaufes beginnt an einer großen Schlagader (Truncus brachiocephalicus), geht über den Starling'schen Widerstand und die Stromuhr und mündet in eine als Blutreservoir dienende Gummiblase. Von dort kann das Blut mit gleichmäßigem venösem Druck über einen in die obere Hohlvene führenden Schlauch in das Herz zurückgeleitet werden. Der sogenannte „Starling'sche Widerstand“ besteht aus einem dünnwandigen Gummischlauch, durch den das Blut vom Herzen durchgepumpt wird und der innerhalb eines Glasrohres so gespannt ist, daß zwischen Außenfläche des Schlauches und Innenfläche des Glasrohres ein luftdicht abgeschlossener Raum entsteht. Wenn in das Glasrohr Luft mit Überdruck eingeblasen wird, so komprimiert diese den darin befindlichen Schlauch und verengt dadurch elastisch dessen lichte Weite. Der auf diese Weise beliebig verengte dünnwandige Gummischlauch dient als arterieller Widerstand, ersetzt also den im natürlichen Kreislauf durch das enge Kapillarnetz gebildeten Widerstand. Er ermöglicht erst die Einstellung des für eine geregelte Herzfunktion notwendigen arteriellen Blutdruckes. Der Blutdruck wird durch ein vor diesem Widerstand seitlich an den blutführenden Schlauch angeschlossenes Quecksilbermanometer gemessen.

Zwischen Starling'schem Widerstand und venösem Reservoir wird meist eine Stromuhr eingeschaltet; wir

verwendeten hier die Stromuhr nach Stolnikov, die sehr einfach gebaut ist. Sie ist bis zu einer an ihrer Glaswand gravierten Marke mit Blut gefüllt, darüber wird durchsichtiges Paraffinöl geschichtet. Wenn sie durch Abklemmen eines Kurzschlußschlauches in Tätigkeit gesetzt wird, strömt das Blut in sie ein und die Grenzfläche Blut — Paraffinöl wandert mit bestimmter Geschwindigkeit von der ursprünglichen Marke zu einer zweiten Strichmarkierung. Da das Volumen zwischen beiden Markierungen 50 ccm beträgt, läßt sich aus der gestoppten Zeit, in der dieser Raum gefüllt wird, die in der Minute vom Herzen ausgeworfene Blutmenge (= Minutenvolumen) berechnen.

Das Prinzip der ebenfalls kurz gezeigten Stromuhr nach **Weese** ist genau das gleiche wie bei der Stolnikov-Stromuhr. In einem Glaszylinder wird eine dicht abschließende Kugel durch den Blutstrom verschoben. Für jeden Hin-, bzw. Hergang der Kugel sind 50 ccm Blut erforderlich. Bei Anschlagen der Kugel an den Stirnwänden des Glaszylinders wird jedesmal ein Zuflußventil geschlossen und ein Abflußventil geöffnet, so daß der nun in seiner Strömungsrichtung umgekehrte Blutstrom die Kugel wieder zurücktreibt. Jeder Kontaktschluß wird außerdem auf dem Kymographion verzeichnet; durch Auszählen der in einer Minute aufgezeichneten Marken (je 50 ccm Blut) läßt sich das Minutenvolumen berechnen.

Aus der Stromuhr fließt das Blut schließlich in eine Gummiblase, die als venöses Reservoir dient und die einen gewissen Blutvorrat enthält, durch den Blutverluste sowie verschiedene Füllungszustände des Kreislaufes

ausgeglichen werden können. Die Gummiblase hängt untergetaucht in einem mit Wasser von 37° C gefüllten Kübel; beim Aufenthalt in der Blase wird das Blut, das auf dem Wege durch die verschiedenen Schläuche und Apparaturen an Wärme abgenommen hat, wieder auf Körpertemperatur aufgewärmt. Durch willkürliche Änderung des Höhenunterschiedes zwischen Gummiblase und Präparat kann dem Herzen mehr oder weniger Blut angeboten werden.

Die Größenänderungen des Herzens selbst lassen sich fortlaufend durch einen Plethysmographen registrieren. Dieser besteht aus einem kugeligen Glasgefäß mit großer Öffnung und seitlichem Rohransatz. Über die Öffnung ist eine dünne Gummimembran mit zentraler Öffnung gespannt. Durch diese Öffnung wird das Herz so in das Gefäß gebracht, daß sich der Rand der Membran möglichst eng an die Vorhof-Kammergrenze anlegt; eventuell noch offene Spalten werden mit Vaseline abgedichtet. Wenn die Gummimembran luftdicht paßt, kann jede Änderung der Herzgröße über einen am seitlichen Rohransatz angebrachten Schlauch mittels einer Marey'schen Kapsel verzeichnet werden.

Vor dem Versuch muß von einem zweiten Tier Reserveblut abgenommen werden, da bei der beschriebenen Anordnung der Blutvorrat des Versuchstieres nicht genügt, um die ganze Apparatur zu füllen. Das Blut wird in Lokalanästhesie durch Punktion der Schenkelarterie steril entnommen, durch Schlägen mit Gummiruten defibriert und durch Tücher filtriert, damit keine Blutgerinnsel zurückbleiben. Durch das Defibrinieren ist

es ungerinnbar geworden und kann in die Apparatur eingefüllt werden.

Im 2. Teile des Filmes wird der Operationsverlauf vorgeführt. Ein etwa 8—10 kg schwerer Hund wird narkotisiert und in Rückenlage auf dem Operationstisch festgebunden. Es wird die Luftröhre freigelegt, eine Kanüle eingebunden und die künstliche Atmung eingeschaltet. Am Hals werden die Schlagadern und die Nervi vagi freigelegt. Dann wird der Brustkorb eröffnet, wobei zur Vermeidung einer Verletzung größerer Gefäße das Brustbein genau in der Mitte zu spalten ist. Der Thorax wird aufgespreitet, die Arteriae mammae, die bei unvorsichtigem Arbeiten zu Blutungen Anlaß geben können, werden abgebunden, und mit der Durchtrennung beider Zwerchfellnerven wird das Zwerchfell ruhiggestellt. Anschließend ist das Herz von Fett und Bindegewebe freizupräparieren, ebenso die obere Hohlvene, der Truncus brachiocephalicus, die linke Arterischlagader, die Aorta, die untere Hohlvene und die Vena azygos. In den zentralen Stumpf der oberen Hohlvene wird eine Glaskanüle eingebunden, die ein Thermometer zur Kontrolle der Bluttemperatur trägt und mit dem venösen Reservoir durch einen Schlauch verbunden ist. Nun müssen alle Gefäße, die im neuen künstlichen Kreislauf keine Funktion haben, abgebunden werden. Unmittelbar vorher muß man die beiden Nervi vagi am Hals durchschneiden, da die Unterbrechung der Blutversorgung des Gehirnes das Vaguszentrum erregt und dieses über die Nervi vagi Herzstillstand oder Kammerflimmern verursachen könnte. In den Truncus brachiocephalicus kommt

eine zweite Kanüle. An diese wird der künstliche Blutkreislauf angeschlossen — er endet an der in die obere Hohlvene eingebundenen Kanüle. Das Umschalten in den neuen Kreislauf geschieht nun dadurch, daß die Aorta und die untere Hohlvene abgebunden und die abgeklemmten Schläuche des künstlichen Kreislaufes geöffnet werden. Mit dem Versiegen der Blutversorgung stirbt das (narkotisierte) Tier ab, es bleiben nur das Herz und die künstlich beatmete Lunge überlebend.

Im 3. Teil des Filmes werden einige Experimente am funktionierenden Herz-Lungen-Präparat vorgeführt. Man sieht die Anpassungsfähigkeit eines funktionstüchtigen Herzens bei Veränderungen des venösen Angebotes, bzw. Erhöhung oder Verringerung des peripheren Widerstandes. Wird durch Heben des venösen Reservoirs der Rückfluß des Blutes zum Herzen verstärkt, so paßt sich das Herz durch Vergrößerung seines Volumens an und der Blutdruck steigt. Umgekehrt nimmt bei Verminderung des Blutangebotes das Herzvolumen ab und der Blutdruck sinkt. In ähnlicher Weise wird bei Erhöhung des peripheren Widerstandes das Herzvolumen vergrößert und der Blutdruck erhöht, während Senken des peripheren Widerstandes das Herzvolumen verringert und den Blutdruck senkt.

Die Schreibhebel von Blutdruck- und Herzvolumenmesser liegen leicht tangential angepreßt an einer elektrisch betriebenen Trommel, die einen berufenen Papierstreifen vorbeizieht und wischt den Ruß davon ab; so entstehen weiß auf schwarzem Grund die entsprechenden Kurven.

Anschließend wird noch gezeigt, wie eine Injektion von Adrenalin in den venösen Schenkel des Schlauchkreises das Herzvolumen verringert und die Herzfrequenz erhöht; der Blutdruck wird nur gering gesteigert. Eine Injektion von Acetylcholin hingegen führt zu einer starken Erschlaffung des Herzens mit Bradycardie und Blutdruckabfall.

Die letzte Aufnahme zeigt die Schädigung des Herzens durch Evipan; das Herz wird stark erschlafft, die in der Minute aus dem Herzen ausgeworfene Blutmenge ist hochgradig verringert. Das Herz ist insuffizient geworden. Nun wird ein Herzmittel (Strophantin) injiziert. Es wird gezeigt, wie dadurch das Herz-, bzw. Minutenvolumen rasch wieder normalisiert wird.

Dr. Fritz Kaindl.

Der Film enthält folgende Titel:

1. Das Starling'sche Herz- und Lungenpräparat nach der Modifikation von Starling und Vissler.
2. Aufgenommen im Pharmakologischen Institut der Universität Wien (Professor F. Brücke).
3. Kamera: Walter Stoitzner.
4. Gesamtleitung: Bundesstaatliche Hauptstelle für Lichtbild und Bildungsfilm.
5. **Apparate und Instrumente.**
6. Die Starling'sche Idealpumpe zur künstlichen Atmung in Verbindung mit einer Gummiblase.
7. Das Gestell mit dem künstlichen Widerstand nach Starling.
8. Die Stromuhren nach Stolnikov
9. und nach Weese.
10. Das venöse Reservoir.
11. Instrumente.
12. **Blutentnahme und Vorbereitung.**
13. Lokalanästhesie.
14. Blutentnahme durch Punktion der Arteria femoralis.
15. Defibrinieren des Blutes.
16. Füllen der Stromuhr nach Stolnikov.
17. Ende des I. Teiles.

18. Das Starling'sche Herz-Lungenpräparat nach der Modifikation von Starling und Vissher.

II

19. **Die Operation.**

20. Ende des II. Teiles.

21. Das Starling'sche Herz-Lungenpräparat nach der Modifikation von Starling und Vissher.

III

22. **Versuche.**

23. Heben des venösen Reservoirs.

24. Senken des venösen Reservoirs.

25. Senken des Starling'schen Widerstandes.

26. Heben des Starling'schen Widerstandes.

27. Adrenalinjektion 10 Gamma.

28. Acetylcholinjektion 50 Gamma.

29. Evipaninjektion 30 mg.

30. Strophantininjektion 20 Gamma.

31. Ende des III. Teiles.